



Rudolph Christian Karl Diesel.  
Inventor do motor a diesel.  
Sob domínio público.

# *Recursos Energéticos e Meio Ambiente*

*ACH 1021 – RNMA  
Prof<sup>ª</sup>. Mariana Soares  
Domingues*



**ENERGIA é um insumo fundamental  
para o  
desenvolvimento econômico e social  
das nações.**

**Ao lado das matérias-primas, do domínio tecnológico e da qualificação profissional, ela  
permite a transformação dos materiais e a  
produção dos bens e serviços que asseguram a  
subsistência e o conforto dos seres humanos.**

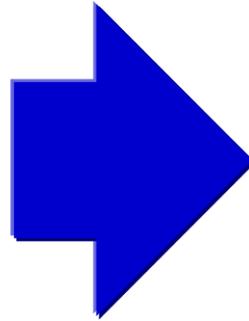
Os físicos gostam de definir a energia como sendo “a capacidade de se realizar trabalho”, ou “energia não se cria, se transforma”, entre outras definições e conceitos, mas, na verdade, a energia é algo tão complexo que muitos ainda acreditam que não há ainda uma definição que consiga dizer exatamente tudo o que ela verdadeiramente deva ser.

Tão importante quanto à definição do que seja energia, é o fato de termos consciência de que a energia existe em grande quantidade no universo e que ela não aumenta nem diminui, mas passa por inúmeras transformações, sendo uma hora energia de um tipo e outra hora de outro (como a **água**), e **nós, seres humanos**, que com a nossa (pseudo?) inteligência, conseguimos transformá-la de acordo com as nossas necessidades e interesses, **temos a responsabilidade de cuidar para que ela não seja desperdiçada e mal utilizada.**

- ❑ **Energia Primária** é a encontrada diretamente na natureza. Pode ser transformada, para ser utilizada de maneira mais apropriada e rentável.
  - ❑ **Energia Secundária** é a que resulta da transformação da energia primária por intermédio de processos tecnológicos.
- 

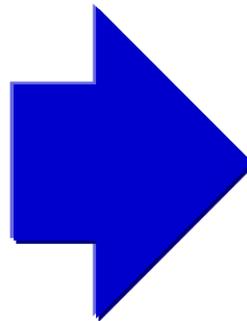
- ❑ **Energia Final:** energia utilizada pelos consumidores finais em seus equipamentos (energia secundária ou primária utilizada diretamente, sem conversão)
- ❑ **Energia Útil:** forma de energia correspondente às necessidades de energia dos consumidores (luz, calor, frio, força motriz...)

**Energia  
Primária**



**Sol  
Vento  
Água  
Lenha  
Petróleo...**

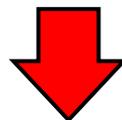
**Energia  
Secundária**



**Eletricidade  
Derivados de Petróleo  
Biogás  
Carvão Vegetal  
Álcool (ops...Etanol)**

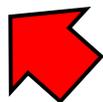
# FLUXO ENERGÉTICO SIMPLIFICADO

**FONTE PRIMÁRIA**



**Indústrias**

**Escolas**



**Agroindústrias**



**Residências**

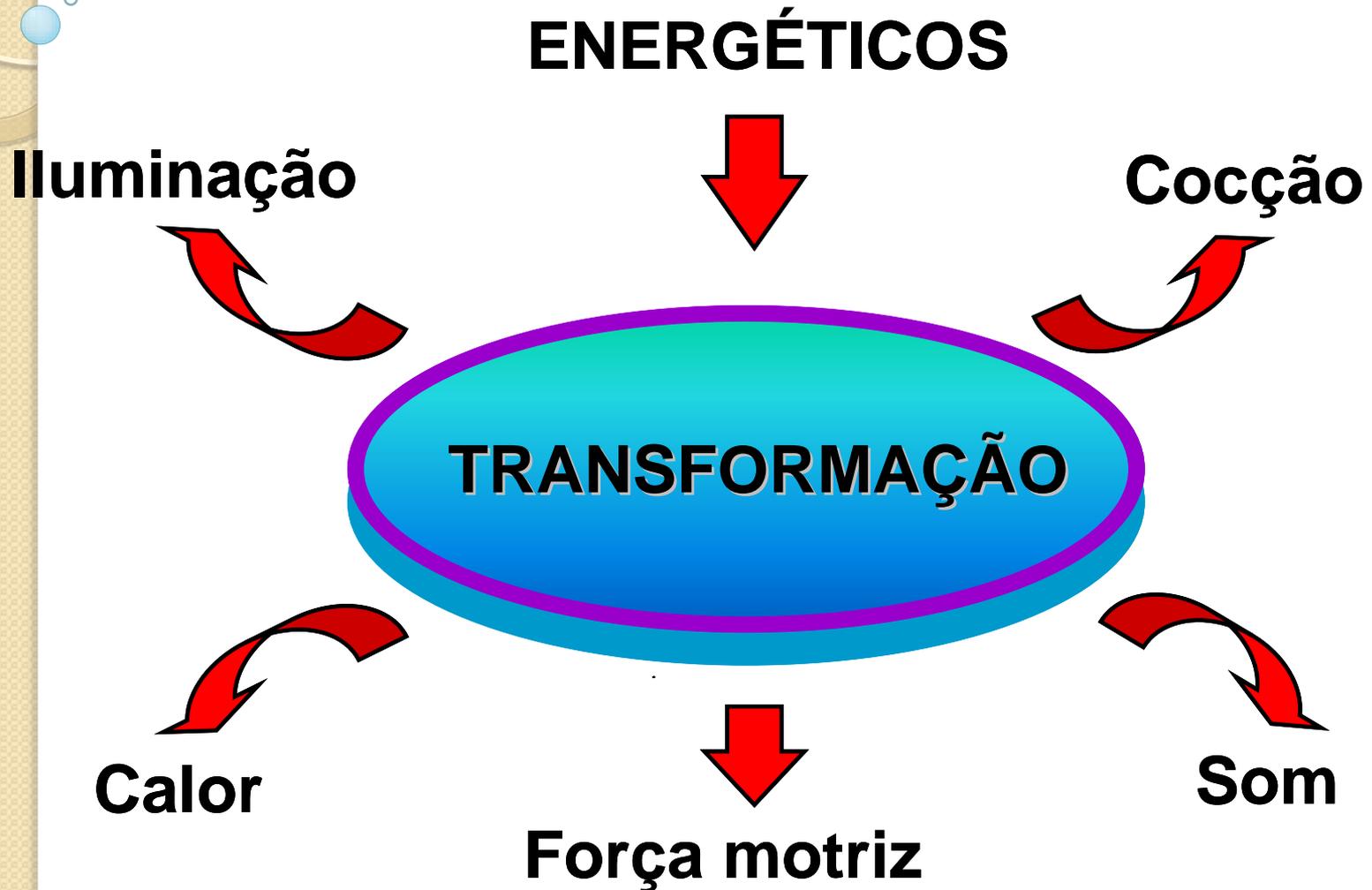
**Transportes**



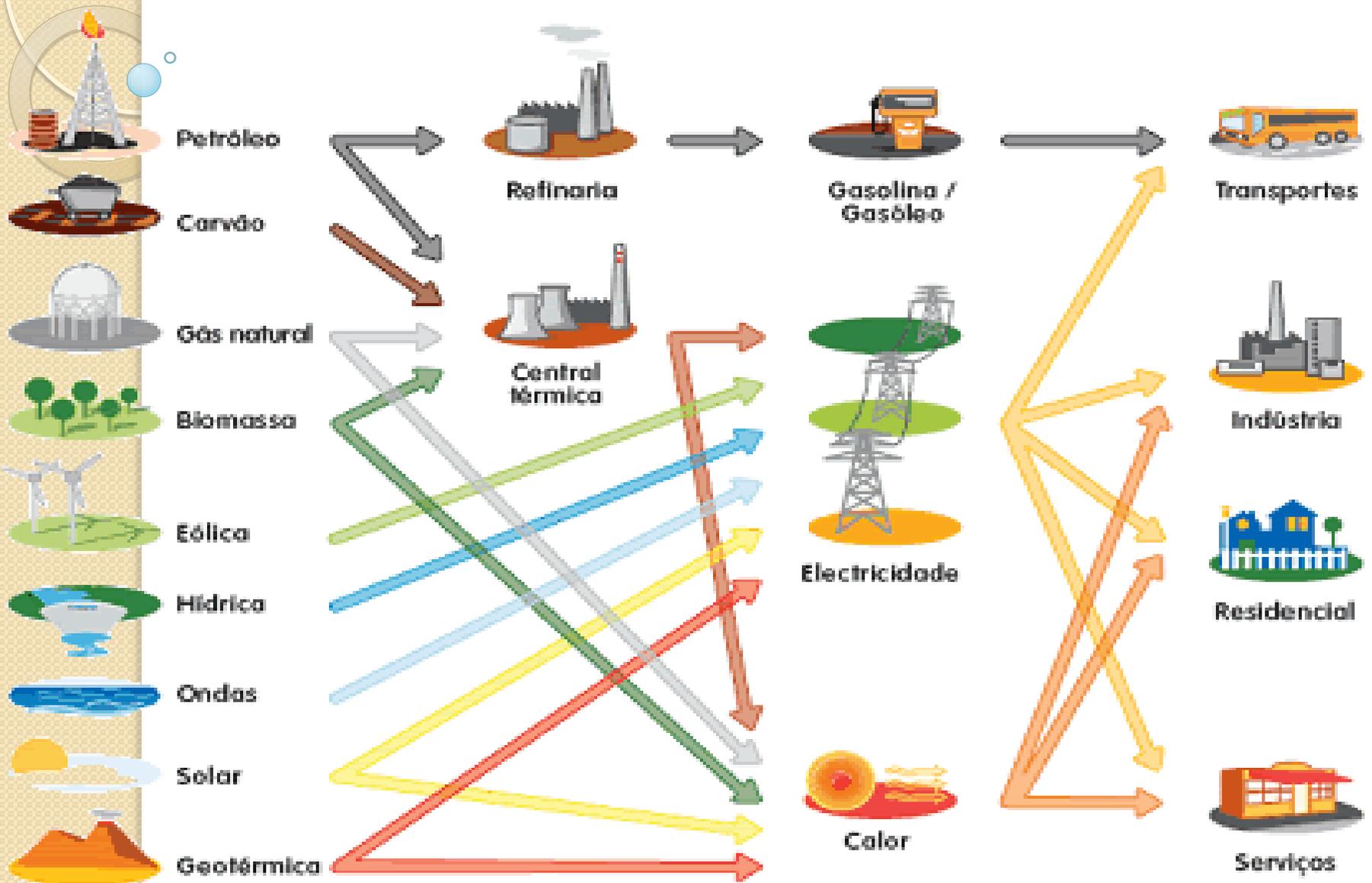
**Comércio**

**“O bem estar humano”**

# FLUXO ENERGÉTICO SIMPLIFICADO



# FLUXO ENERGÉTICO SIMPLIFICADO



## **Crescimento Acelerado do Consumo de Energia depois da Revolução Industrial suscita três questões:**

**Aquecimento do planeta**

**Disparidade entre o consumo energético dos países ricos e o dos países pobres**

**Esgotamento dos combustíveis fósseis**

**Países industrializados veem esgotar-se seus recursos energéticos, o que os leva pressionar os recursos naturais existentes nos países em desenvolvimento.**

# Fontes de energia

**Não-renováveis:** recursos naturais que, quando utilizados, não podem ser repostos pela ação humana ou pela natureza, a um prazo útil.

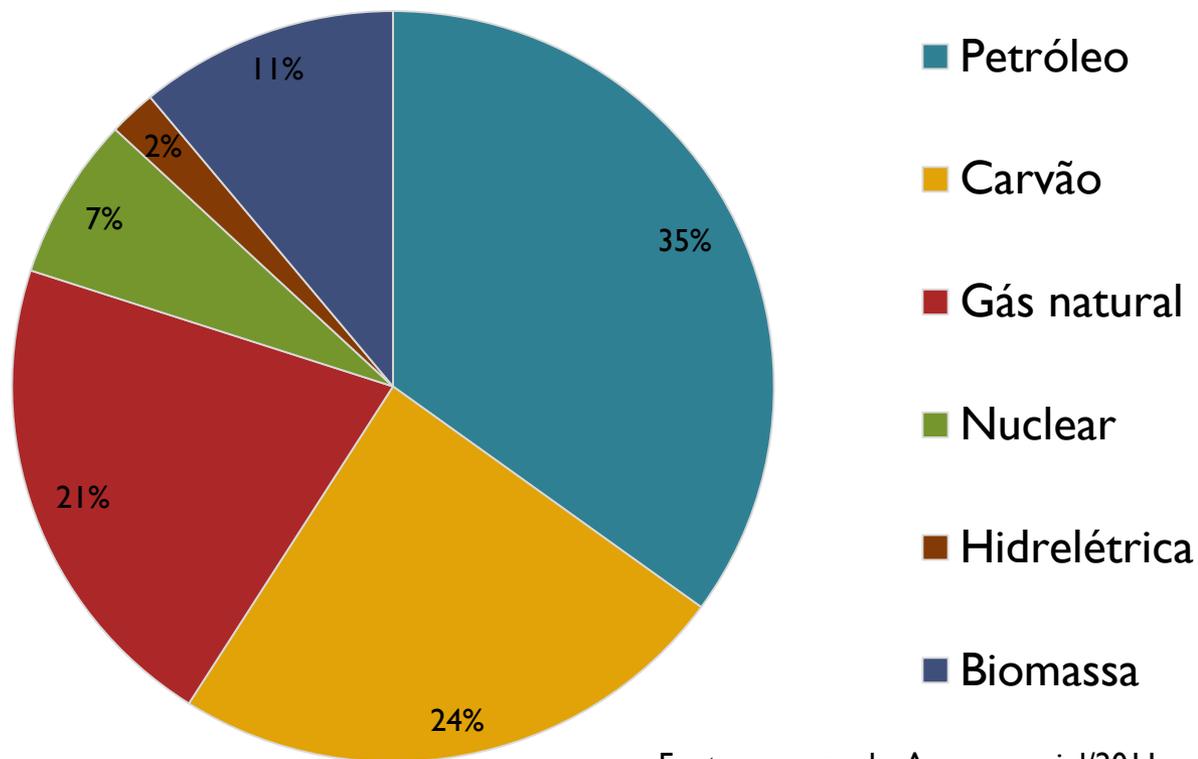
- **Combustíveis fósseis:** carvão mineral, petróleo e gás natural (termoeletricidade)
- **Minerais radioativos:** urânio (energia nuclear)

**Renováveis:** recursos naturais que sofrem um ciclo, assim são naturalmente repostos.

- São eles: sol (energia solar), vento (eólica), água (hidroeletricidade) e calor (biomassa e geotérmica).

# Matriz energética mundial

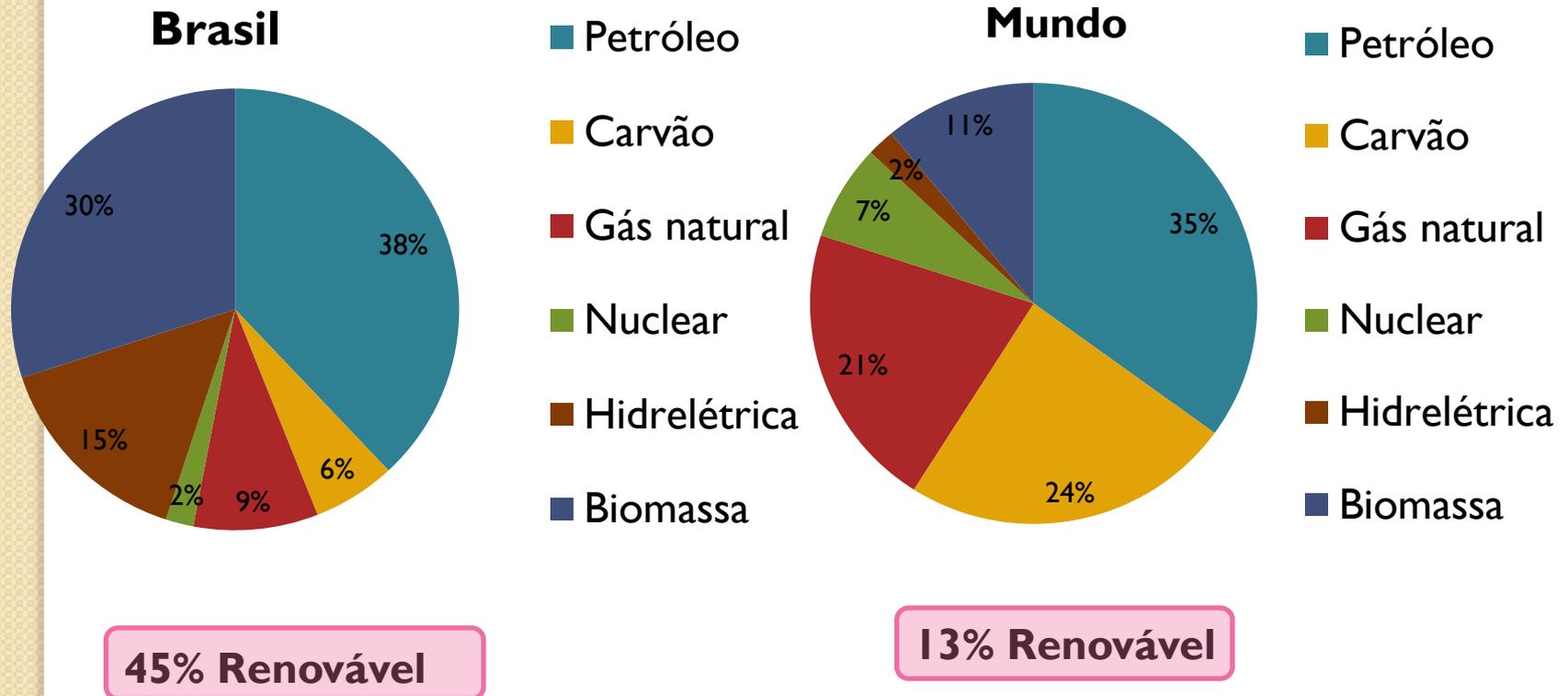
## Matriz Energética Mundial



Grande dependência de combustíveis fósseis

# Matriz energética mundial e Brasil

## Matriz Energética Mundial e Brasil



# Carvão mineral: origem

**Origem:** decomposição de restos de vegetais em terrenos sedimentares a partir da a cerca de 360 milhões de anos.

**Tipos de carvão mineral** (teor de carbono e poder calorífico):

- Antracito
- Hulha
- Linhito
- Turfa



# Carvão mineral: uso

**Distribuição mundial:** 80% das jazidas encontram-se no hemisfério norte = EUA, Europa (Inglaterra, Alemanha, Polônia), Rússia (Sibéria), China, Índia, África do Sul.

## Utilização:

- usinas siderúrgicas (produção de aço),
- termoelectricidade,
- setor carboquímico (produção de inseticidas, tintas, corantes entre outros).

**Disseminação:** a partir da I Revolução Industrial (meados do séc. XVIII) com a criação da máquina a vapor.



Fonte: dokl@Flickr.com, licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.

# Carvão mineral: impactos

**Impactos ambientais:** Fonte não-renovável e poluente:

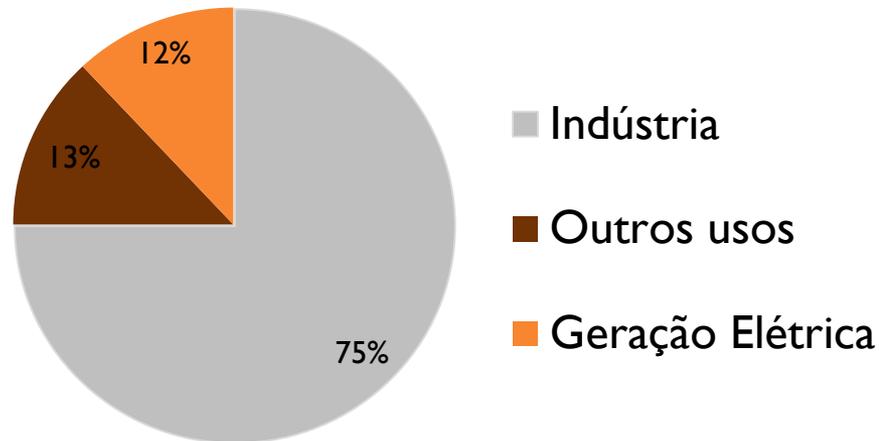
- partículas sólidas: cinzas, fuligem
- emissão de gases de efeito estufa derivados do carbono ( $\text{CO}_2$ ) e  $\text{SO}_x$  e  $\text{NO}_x$  (chuvas ácidas)
- impactos relativos à exploração mineral.



# Carvão mineral no Brasil

- Maiores jazidas encontram-se no **sul do país**: Rio Grande do Sul, Santa Catarina (Vale do Criciúma) e Paraná.
- Carvão de baixa qualidade e poder calorífico,
- **Importação** de carvão siderúrgico, vindos dos EUA, Ucrânia, África do Sul, Austrália, China e Polônia.

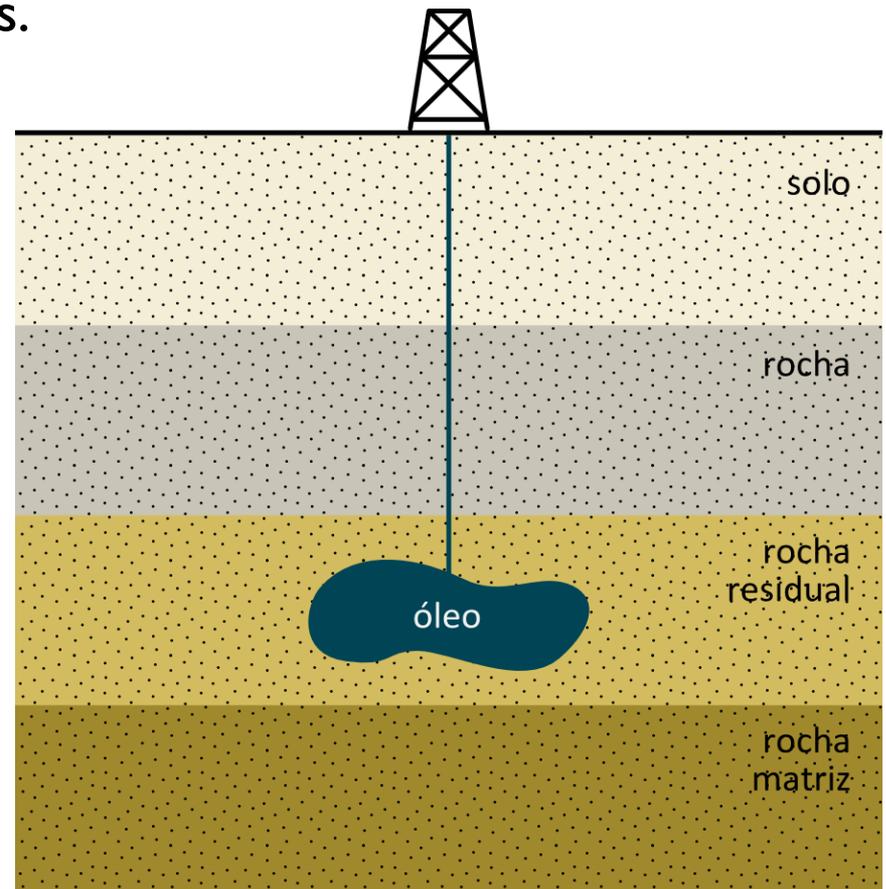
## Usos do Carvão Mineral no Brasil



# Petróleo: origem

Principal matriz energética mundial e do Brasil

**Origem:** depósitos fósseis de antigos fundos marinhos, a cerca de 250 milhões de anos atrás.



# Petróleo: distribuição

**Distribuição mundial:** 2/3 concentram-se no Oriente Médio (antigo fundo marinho), porém sua exploração ocorre no continente (on shore) ou no oceano (off shore).

**Oriente Médio:** região instável geopoliticamente devido à diversos conflitos étnicos-religiosos, clima rigoroso (árido) e escassez de água.



Fonte: usg.gov. Acesso em maio/2011

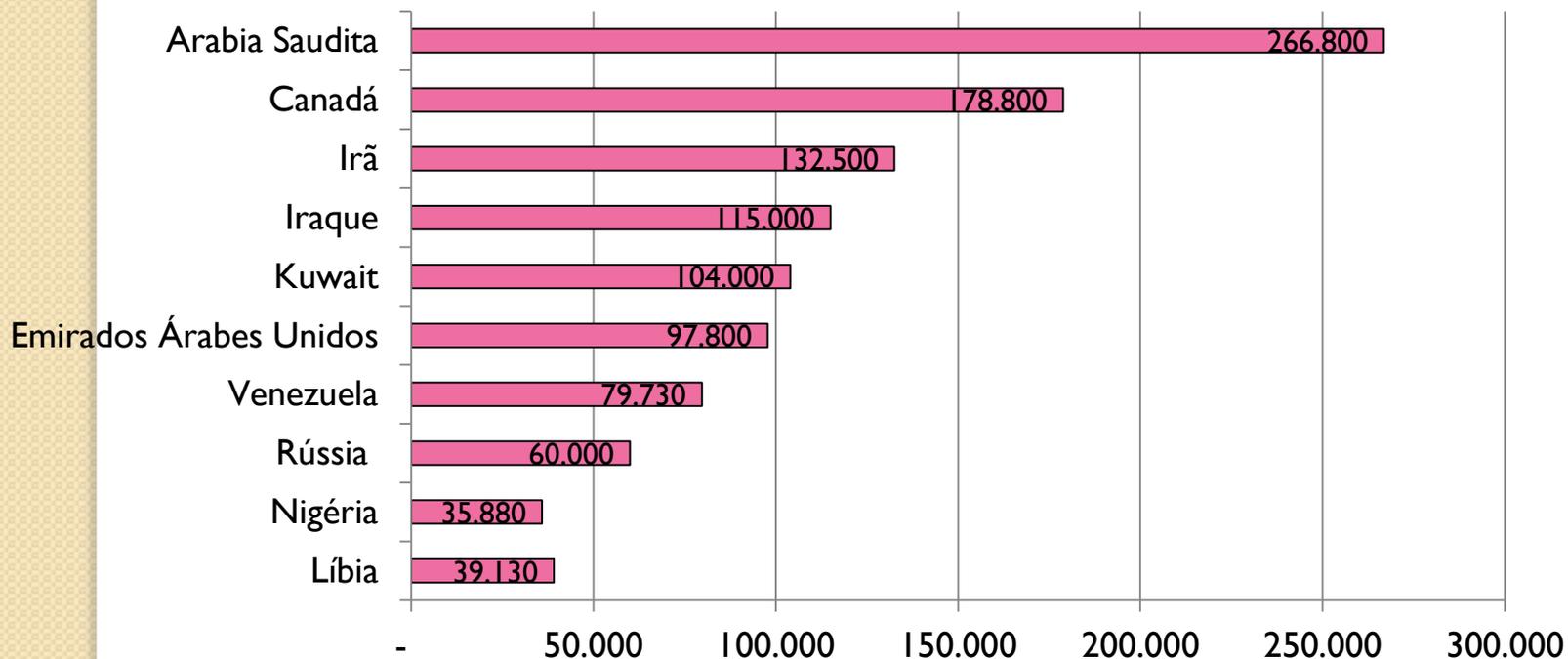


Fonte: petroleo.rj.gov.br. Acesso em maio/2011

# Petróleo: reservas

**OPEP:** Organização dos países exportadores de petróleo → Centraliza a produção, a oferta e preços do petróleo: **Arábia Saudita, Catar, Emirados Árabes Unidos, Irã, Iraque, Kuwait, Líbia, Nigéria, Argélia, Angola e Venezuela.**

## Petróleo - reservas provadas (barris em bilhões)



Fonte: Disponível em: <http://indexmundi.com>. Acesso em: 12 ago. 2009 (adaptado).

# Petróleo: uso

## Utilização

- Geração de energia (termoeletricidade) e energia térmica (indústrias).
- Combustível veicular: gasolina, diesel, nafta e querosene;
- Coprodutos: plástico, tinta, asfalto, borracha sintética, óleo, resina, etc.
- Disseminação de uso a partir da II Revolução Industrial (meados do séc. XIX), com o motor a combustão interna.



Fonte: dok1@Flickr.com, licença CC BY.

Acesso: jul/2011.

# Petróleo: impactos

**Impactos ambientais:** Fonte não-renovável e poluente:

- emissão de gases de efeito estufa, derivados do carbono ( $\text{CO}_2$ ),
- agravante de chuvas ácidas
- vazamentos: poluição de solos e água.



Fonte: marinephotobank @Flickr.com,  
licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.

# Petróleo no Brasil

Reservas concentradas na plataforma continental: exploração off-shore

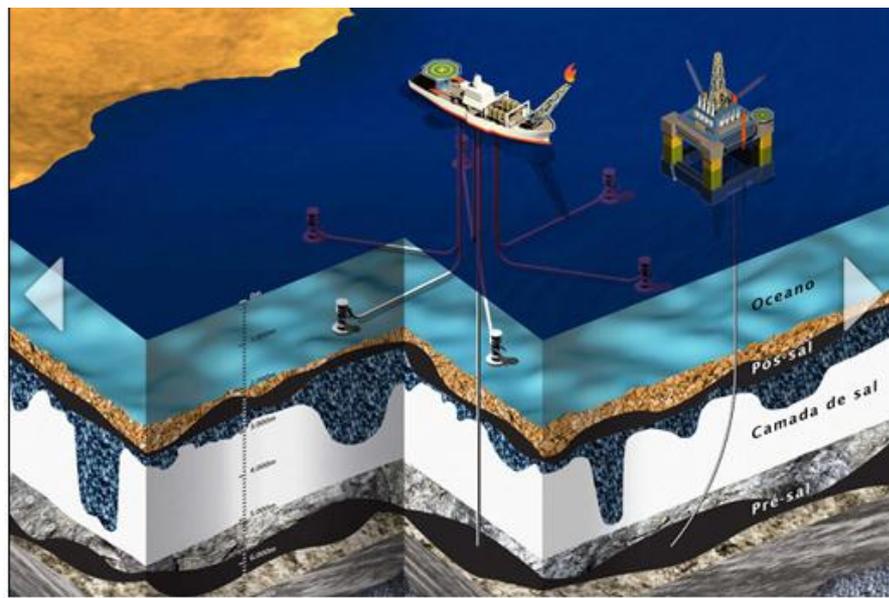
<b>Em terra (on shore)</b>	<b>No mar (off shore)</b>
Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte, Amazonas e Espírito Santo	Rio de Janeiro, Espírito Santo, Rio Grande do Norte, Sergipe e Ceará

80% Concentrado na Bacia de Campos – RJ.

# Petróleo no Brasil

**Camada Pré-sal:** É uma porção do subsolo que se encontra sob uma camada de sal situada alguns quilômetros abaixo do leito do mar.

- Estende-se de Santa Catarina até o Espírito Santo (800 km).
- Reserva: cerca de 1,6 trilhão de m<sup>3</sup> de gás e óleo.



Fonte: revista.brasil.gov.br.  
Acesso em jul/2011.

# Gás natural: origem e uso

**Origem:** Composto de hidrocarbonetos mais leves (metano, etano, butano, propano, etc), que submetidos à temperatura e pressão ambiente, torna-se gasoso.

## Utilização:

- Geração de energia termelétrica
- Combustível veicular
- Energia térmica: indústrias e aquecimento de caldeiras
- Uso doméstico: aquecedores internos (chuveiro) e fogão.

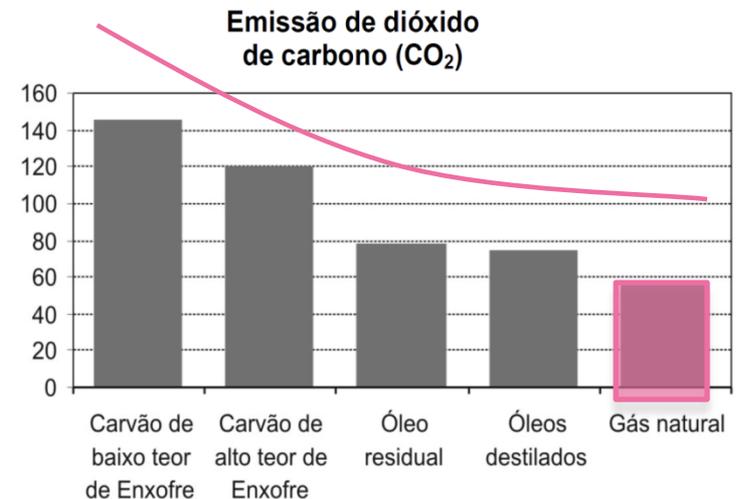


Fonte: [www.ipea.gov.br](http://www.ipea.gov.br). Acesso em jul/2011

# Gás natural: distribuição e impactos

**Distribuição mundial:** Disponível em áreas associadas a disponibilidade de petróleo = Ex-URSS (Rússia, Casaquistão, Ucrânia) e Oriente Médio.

	Distribuição de petróleo no mundo (%)	Distribuição de gás natural no mundo (%)
América do Norte	3,5	5,0
América Latina	13,0	6,0
Europa	2,0	3,6
Ex-União Soviética	6,3	38,7
Oriente Médio	64,0	33,0
África	7,2	7,7
Ásia/Oceania	4,0	6,0



(Fonte: Gas World International – Petroleum Economist.)

**Impactos ambientais:** Fonte não-renovável, porém tem menor emissão de gases de efeito estufa e é mais barato.

# Gás natural no Brasil

Em 2006, as reservas brasileiras correspondiam a 347,9 bilhões m<sup>3</sup>, encontradas no Rio de Janeiro (47,2%), Amazonas (15,2%) e Bahia (7,3%).

**Gasbol: Gasoduto Brasil-Bolívia:** 3.150 km de extensão.

- Construção: 1997
- Operação: 1999
- 2006: Nacionalização do gás boliviano: aumento dos preços para importação.



# Urânio: origem e uso

**Origem:** mineral radioativo encontrado em formações rochosas antigas.

Tipos de urânio:

- 238, mais comum (99,3%)
- 235, o mais útil (0,7% ).

**Utilização:**

- Geração de energia (usinas nucleares)
- Bombas atômicas
- Energia térmica: indústria siderúrgica.
- Outros usos: fibras óticas, cerâmicas especiais, medicina e agricultura.



BlatantWorld@Flickr.com, licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.

# Energia nuclear

## Energia nuclear

- Ocorre a partir da fissão do núcleo do átomo radioativo.
- **Enriquecimento de urânio:** aumentar a quantidade de urânio 235 (3%).
- Resulta em um pó amarelo chamado "yellow cake"



Fonte: <http://www.nnsa.doe.gov/>. Sob domínio público. Acesso em jul/2011

# Urânio: impactos

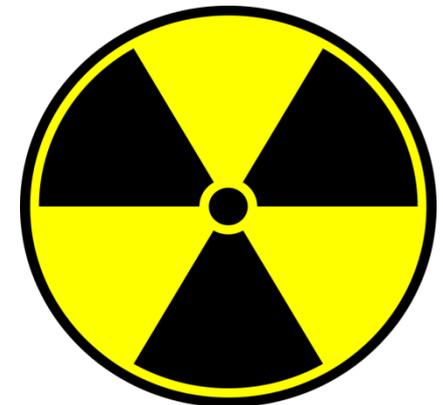
**Distribuição mundial:** O urânio se distribui sobre toda a crosta terrestre aparecendo como constituinte da maioria das rochas. O que torna-se relevante é a capacidade de enriquecimento desse mineral.

## Reservas de Urânio no Mundo

Austrália	24,6%
Casaquistão	14,4%
Outros	14,3%
Canadá	13,9%
África do Sul	9,2%
Namíbia	7,1%
Brasil	5,9%
Rússia	4,1%
EUA	3,6%
Nigéria	2,3%

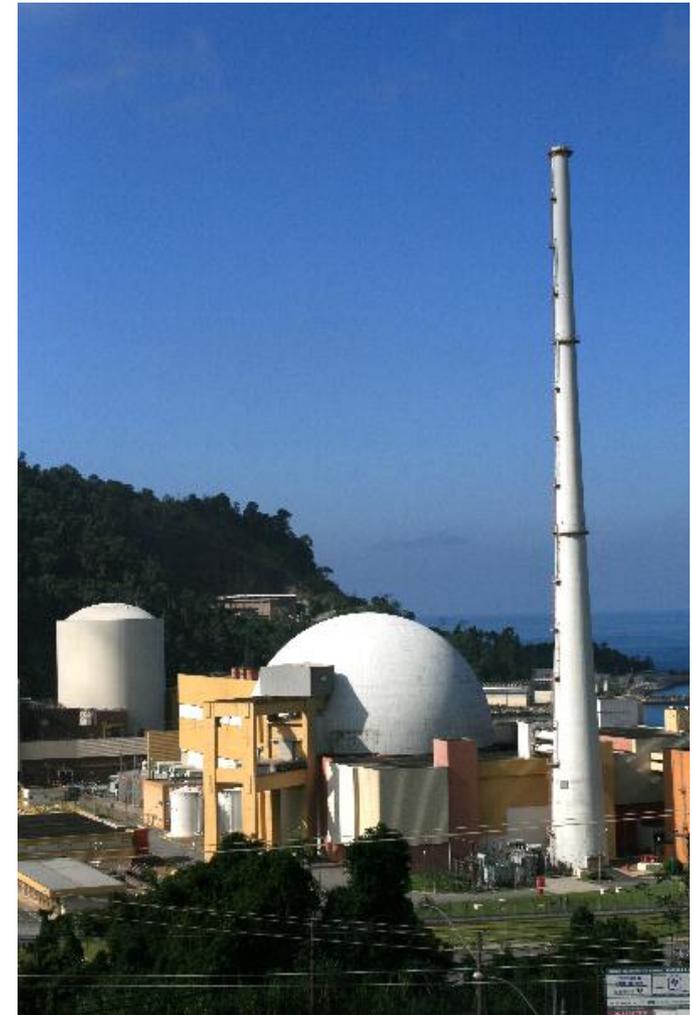
**Impactos Ambientais:** resíduo radioativo, potenciais contaminadores de solo, água e ar se expostos.

## Símbolo de Radioatividade



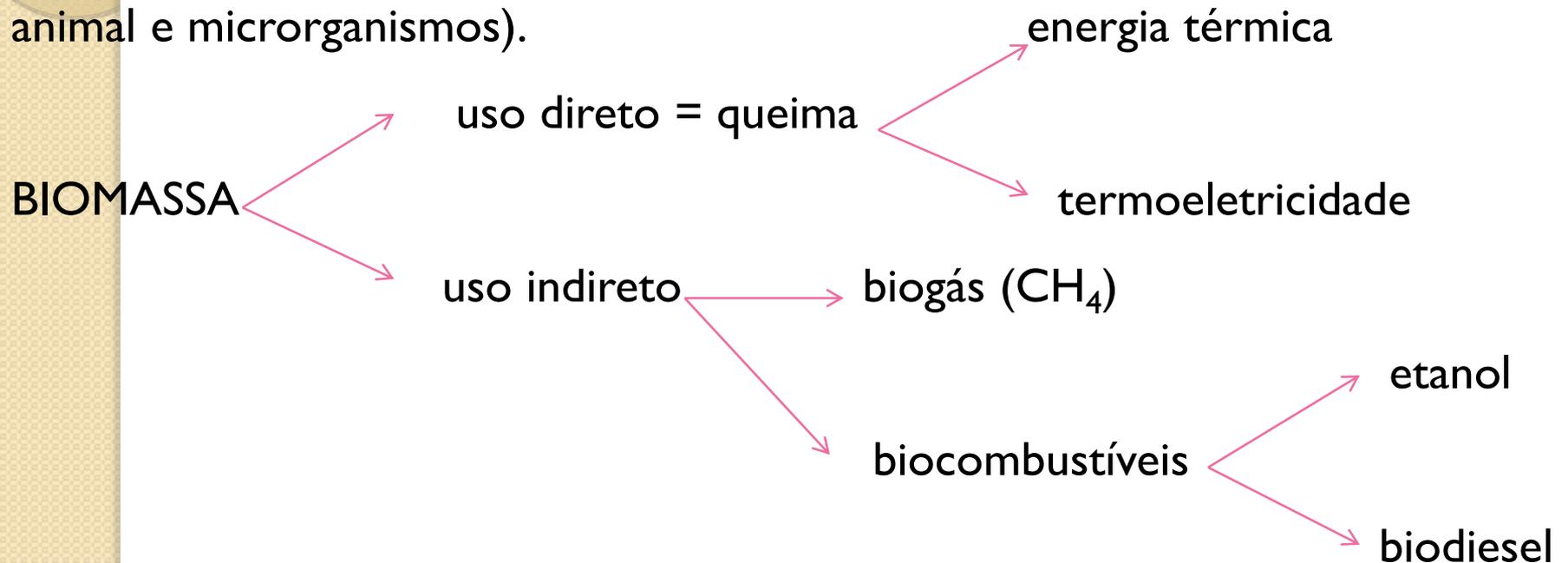
# Urânio no Brasil

- Sétima reserva mundial, com estudos em apenas 25% em do solo. Abundância na Bahia, Ceará, Paraná e Minas Gerais
- Única mina de extração de urânio: **mina de Caetité (BA)**.
- Nova mina: em Santa Quitéria, no Ceará,
- Geração termonuclear: **Angra I e Angra II (RJ)**.



# Biomassa: origem

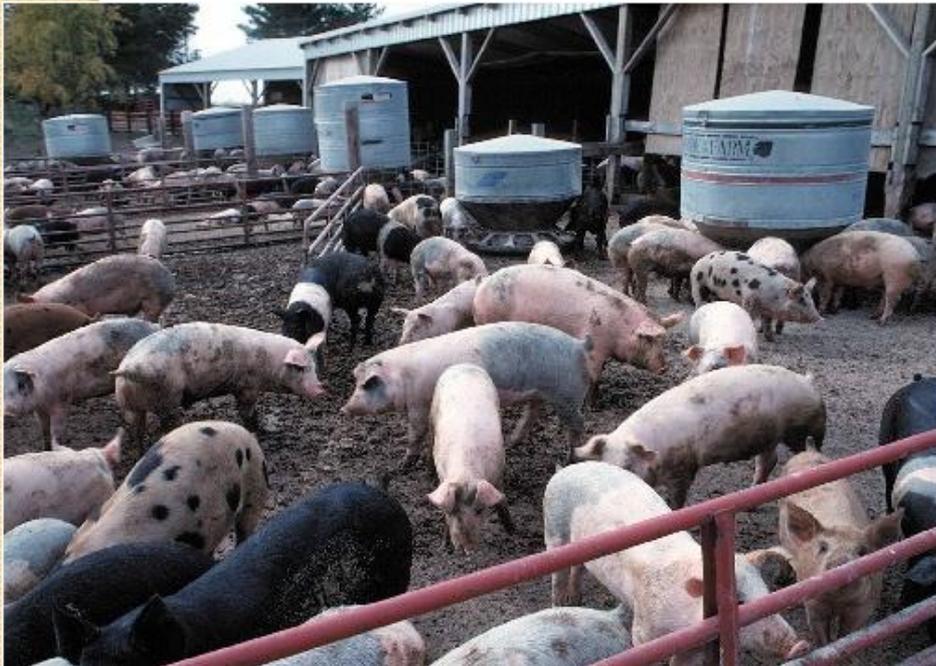
**Origem:** material constituído por substâncias de origem orgânica (vegetal, animal e microrganismos).



**Utilização:** a energia é obtida através da combustão com aproveitamento do calor, termoeletricidade ou gaseificadores.

# Biomassa: matérias-primas

**Matérias-primas:** lenha (madeira), resíduos florestais (folhas, restos de podas, serragem, etc), resíduos agrícolas (casca de arroz, bagaço cana-de-açúcar, etc) resíduos pecuários, excrementos de animais e lixo, entre outras matérias orgânicas.



Fonte: [eutrophication&hypoxia@Flickr.com](https://www.flickr.com/photos/eutrophication&hypoxia/),  
licença CC BY. Acesso: jul/2011.



Fonte: shehal@Flickr.com, licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.



Fonte: telejane@Flickr.com, licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.



Fonte: epicbeer@Flickr.com, licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.

# Biomassa: etanol

Combustível obtido a partir da fermentação alcoólica de açúcares.

- **Matérias-primas:** celulose, milho, mandioca, cana-de-açúcar, etc.
- **Benefícios ambientais:** matéria-prima renovável, diversificação da matriz energética e menor emissão de gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>).
- **Benefícios econômicos:** diminui a dependência de importação de petróleo e colabora para geração de renda interna.
- **Problemas envolvidos:** plantio monocultor (agroindústria), ocupação de áreas propícias para cultivos alimentícios e promove maior desgaste do solo.



Fonte: cimentoitambe.com.br.  
Licença CC-BY. Acesso em mai/2011



Fonte: pnsrosario.org.br  
Licença CC-BY. Acesso em mai/2011

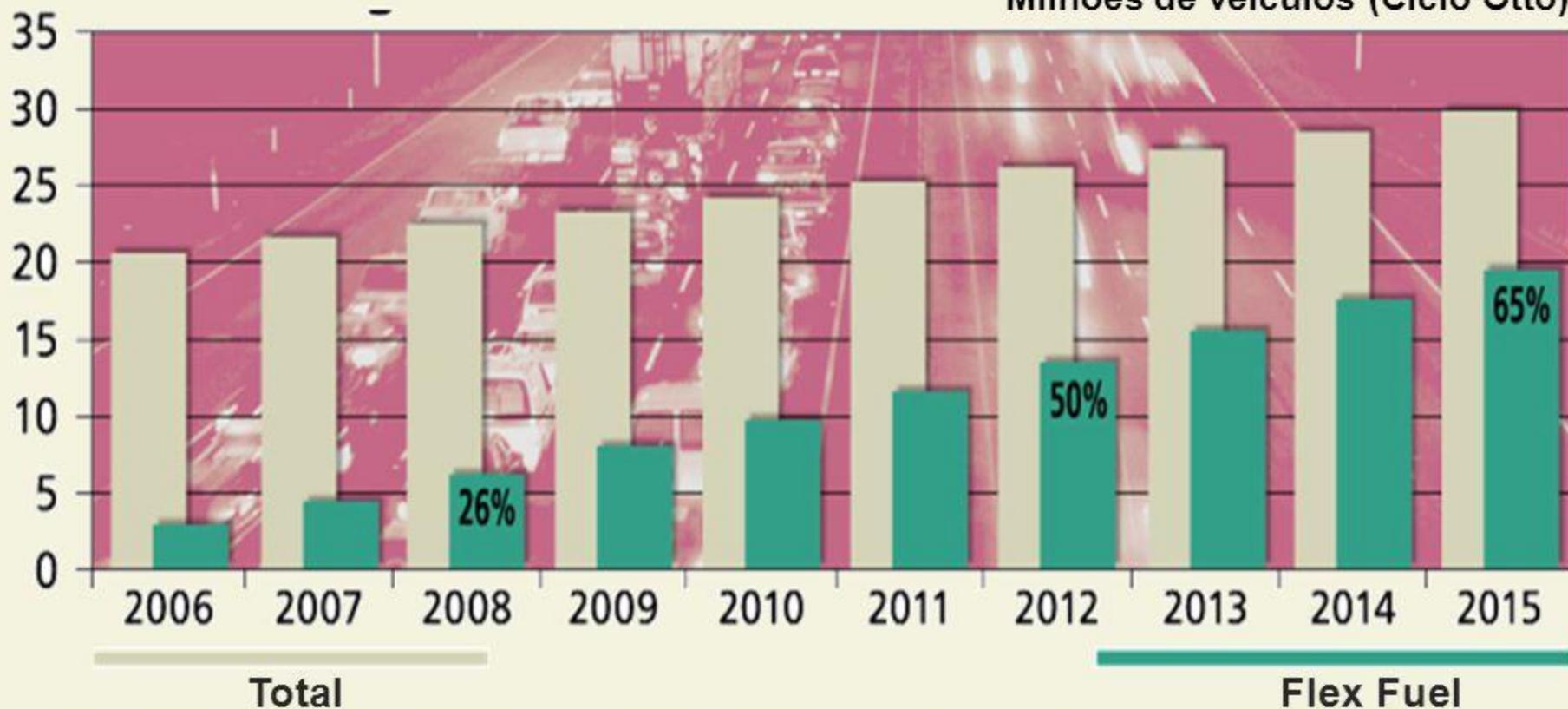
# Etanol no Brasil

- **Programa Nacional do Álcool (Projeto Pró-álcool):**
  - Programa de substituição dos combustíveis veiculares derivados de petróleo por álcool. Derivado de cana-de-açúcar.
  - Iniciado em 1975 devido a crise do petróleo em 1973.
- **Brasil: 2º maior produtor de etanol mundial**
- **Inovação tecnológica: 2003 - veículo flex-fuel (bicombustível)**

Ano	Veículos leves produzidos	Total de veículos flex produzidos (%)
2003	1.721.841	2,9
2004	2.181.131	15,2
2006	2.471.224	56,3
2008	3.009.034	74,8
2003 - 2008	14.561.694	46,8

# EVOLUÇÃO DA FROTA BRASILEIRA DE AUTOMÓVEIS E VEÍCULOS LEVES

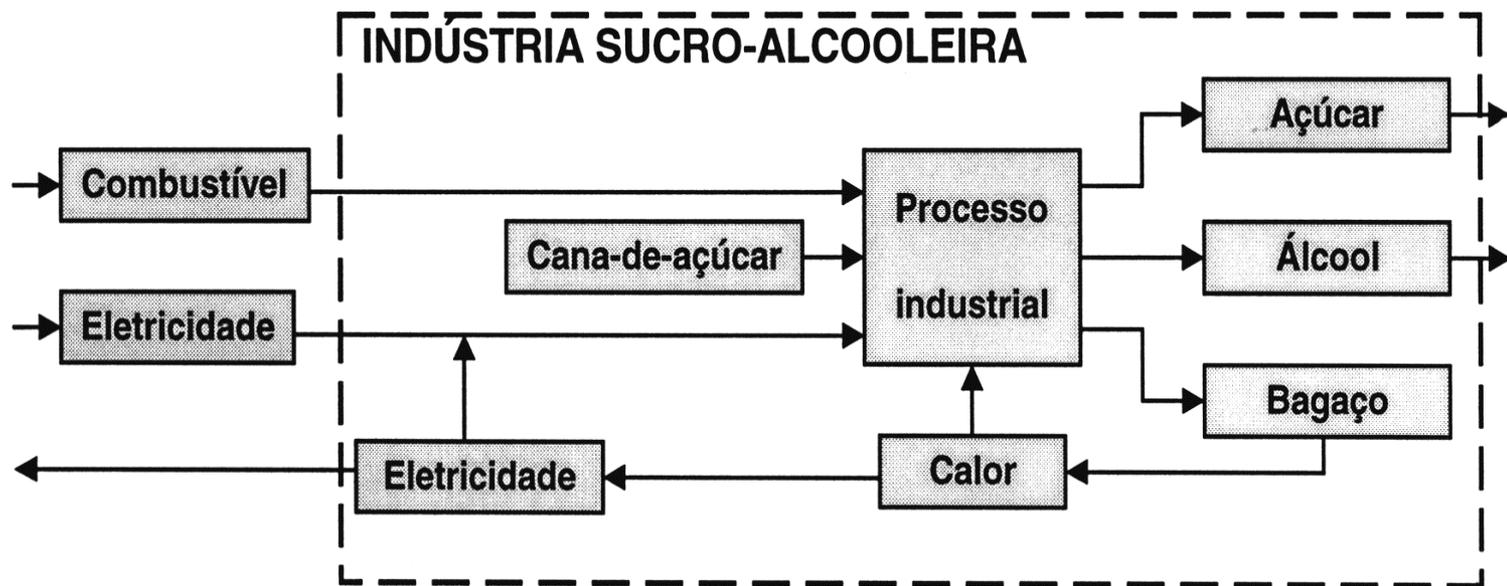
Milhões de veículos (Ciclo Otto)



Nota: Ciclo Otto refere-se aos veículos movidos a gasolina e/ou a álcool (não inclui os veículos movidos a diesel). Fonte: UNICA e Copersucar.

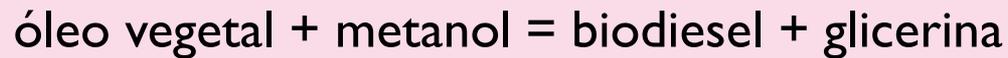
# Biomassa: cogeração

**Cogeração:** processo de produção e utilização combinada de calor e eletricidade, proporcionando o aproveitamento de mais de 70% da energia térmica proveniente dos combustíveis utilizados nesse processo.



# Biomassa: biodiesel

Combustível produzido a partir da transesterificação de plantas oleaginosas.



- **Matérias-primas:** plantas oleaginosas – óleo de soja, dendê, mamona, pinhão-manso, macaúba, babaçu, algodão, girassol, etc. – sebo bovino, óleo de fritura, entre outras.

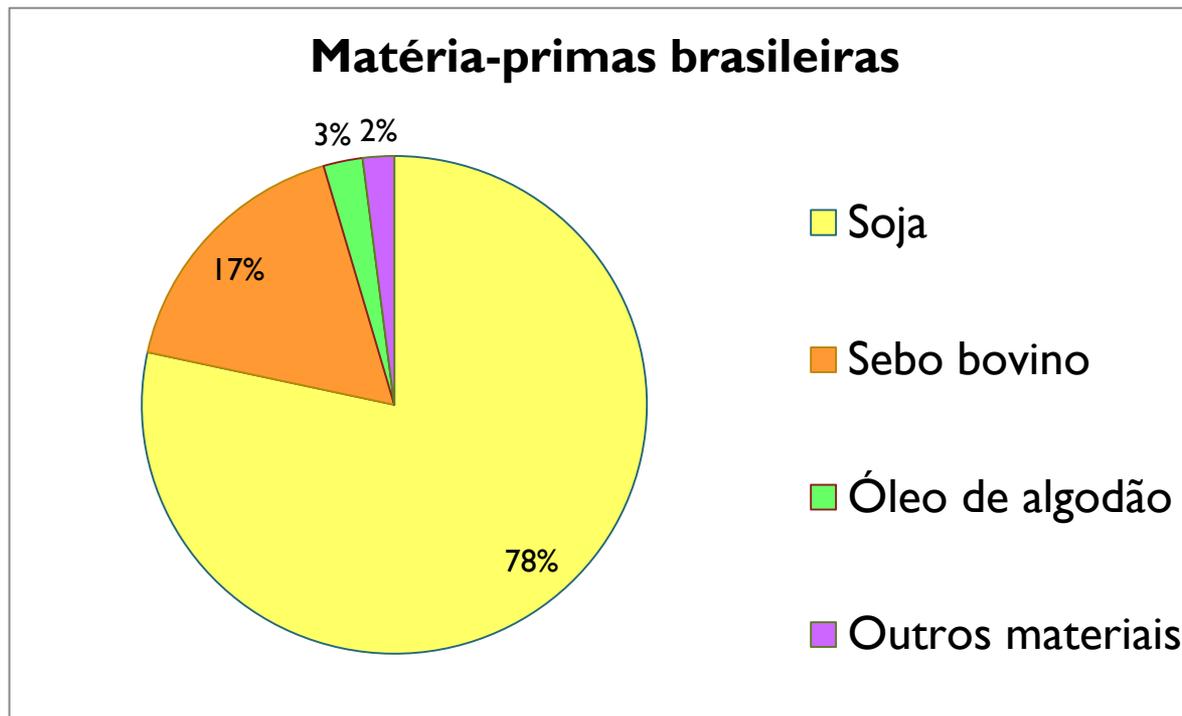


Dendê

# Biomassa no Brasil

## Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel:

implementação de forma sustentável, técnica e econômica, do biodiesel na matriz energética brasileira, em 2005 pelo Governo Brasileiro.

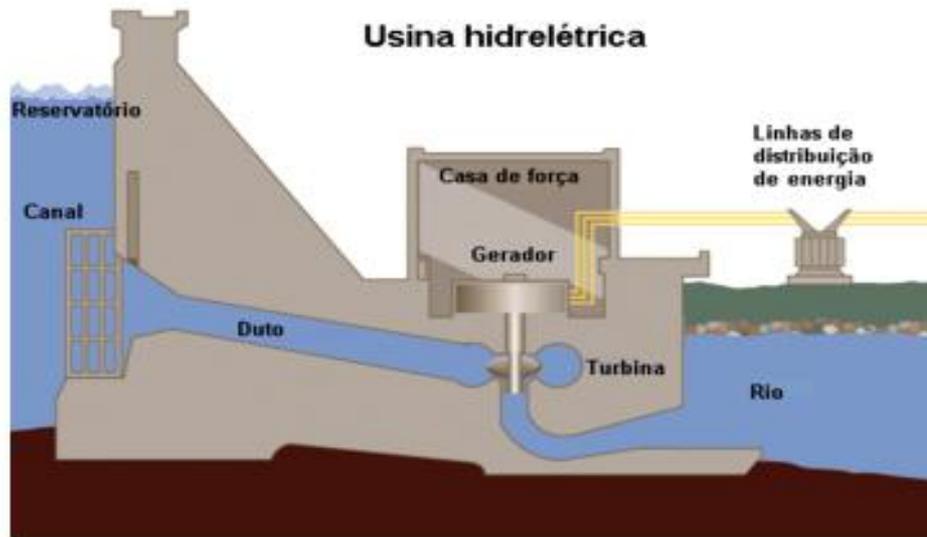


# Água: hidroeletricidade

Energia renovável e não poluente.

**Origem:** Produção de energia a partir da força das águas → rios planálticos. Construção de barragens: reservatório de água.

## Esquema de Geração Hidrelétrica



# Hidroeletricidade: impactos

**Impactos ambientais:** oriundos da inundação: perda de biodiversidade animal e vegetal, assoreamento do rio, modificação do ciclo natural das águas, relocação de populações locais e mudanças climáticas locais.

## Usina Hidrelétrica de Balbina



Fonte: Eletronorte, disponível em wikipedia.org.  
Imagem sob domínio público. Acesso em maio/2011



Fonte: pg.inpa.gov.br .  
Imagem sob domínio público. Acesso em maio/2011

# Hidroeletricidade: disponibilidade

## Disponibilidade de Recursos

### Hídricos: Potencial Hidrelétrico

#### Mundial

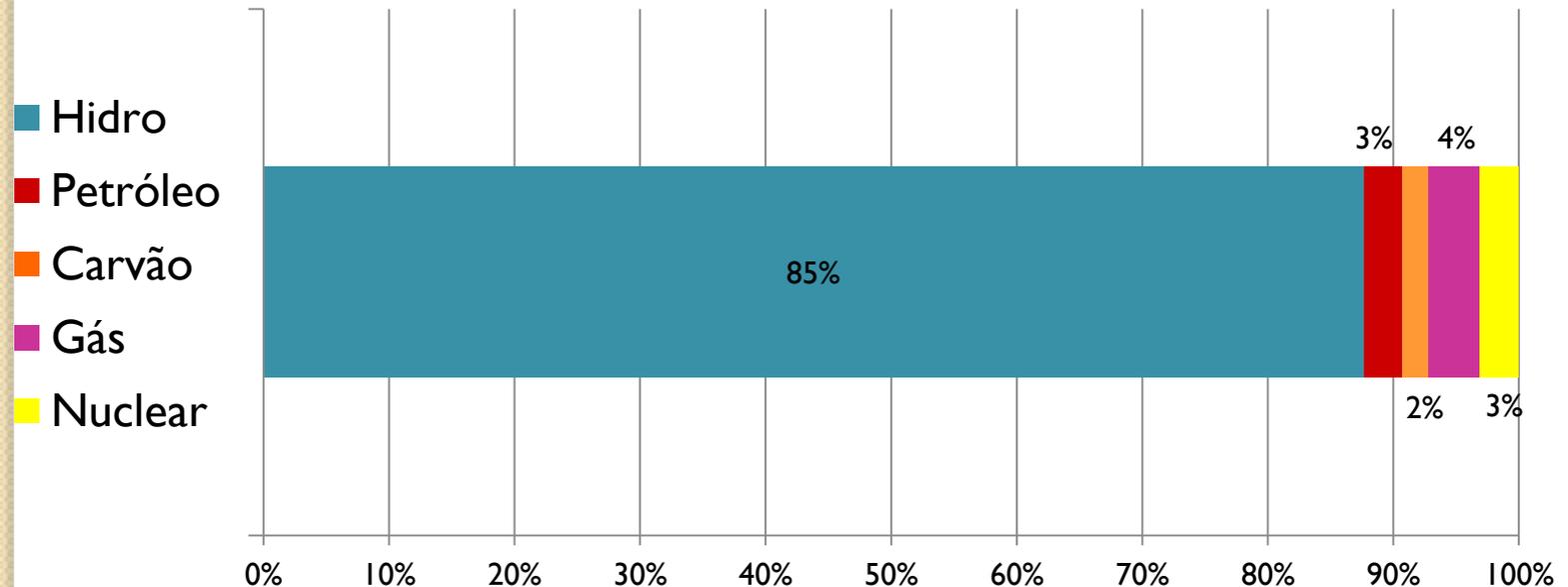
País	Porcentage m %
China	13
Rússia	12
<b>Brasil</b>	<b>10</b>
Canadá	7
Congo	5

## Países Maiores Produtores de Hidroeletricidade

País	Porcentage m %
Canadá	12
China	11,7
<b>Brasil</b>	<b>11,4</b>
EUA	9,4
Rússia	6,3
Noruega	3,9
Japão	3,6
Índia	3,0

# hidroeletricidade no Brasil

## Produção de Energia Elétrica Brasileira

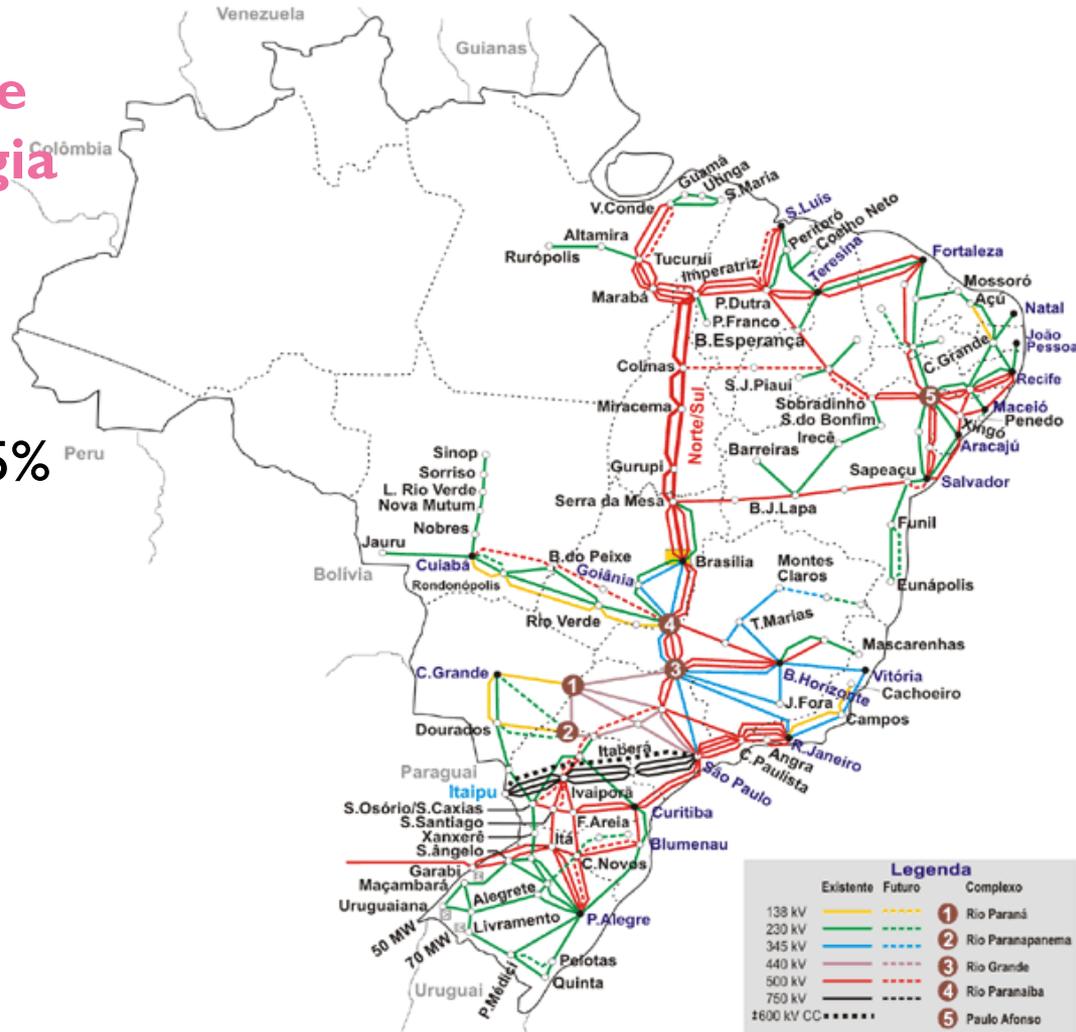


Fonte: [ipea.gov.br](http://ipea.gov.br)

# Hidroeletricidade no Brasil

## Sistema Brasileiro de Distribuição de Energia

- Sistema Interligado.
- Hidreletricidade: representa cerca de 85% da oferta de energia elétrica brasileira.
- Potencial brasileiro: sudeste e nordeste: muito aproveitado.

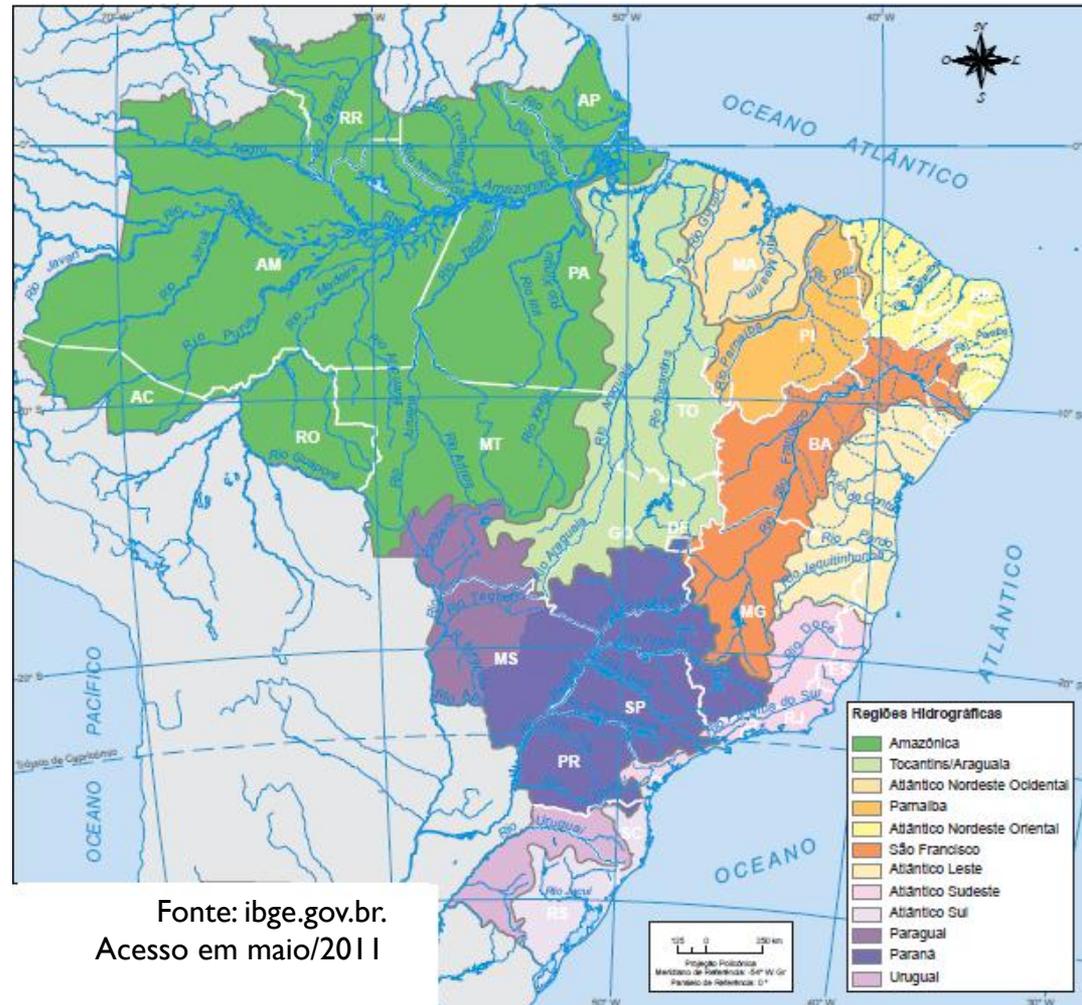


# Hidroeletricidade no Brasil

## Bacias Hidrográficas e Principais Usinas Hidrelétricas

### Bacia do rio Paraná:

- UHE Itaipu
- UHE Itumbiara
- UHE Furnas
- UHE Jupia
- UHE Promissão
- UHE Urubupungá
- UHE Ilha Solteira

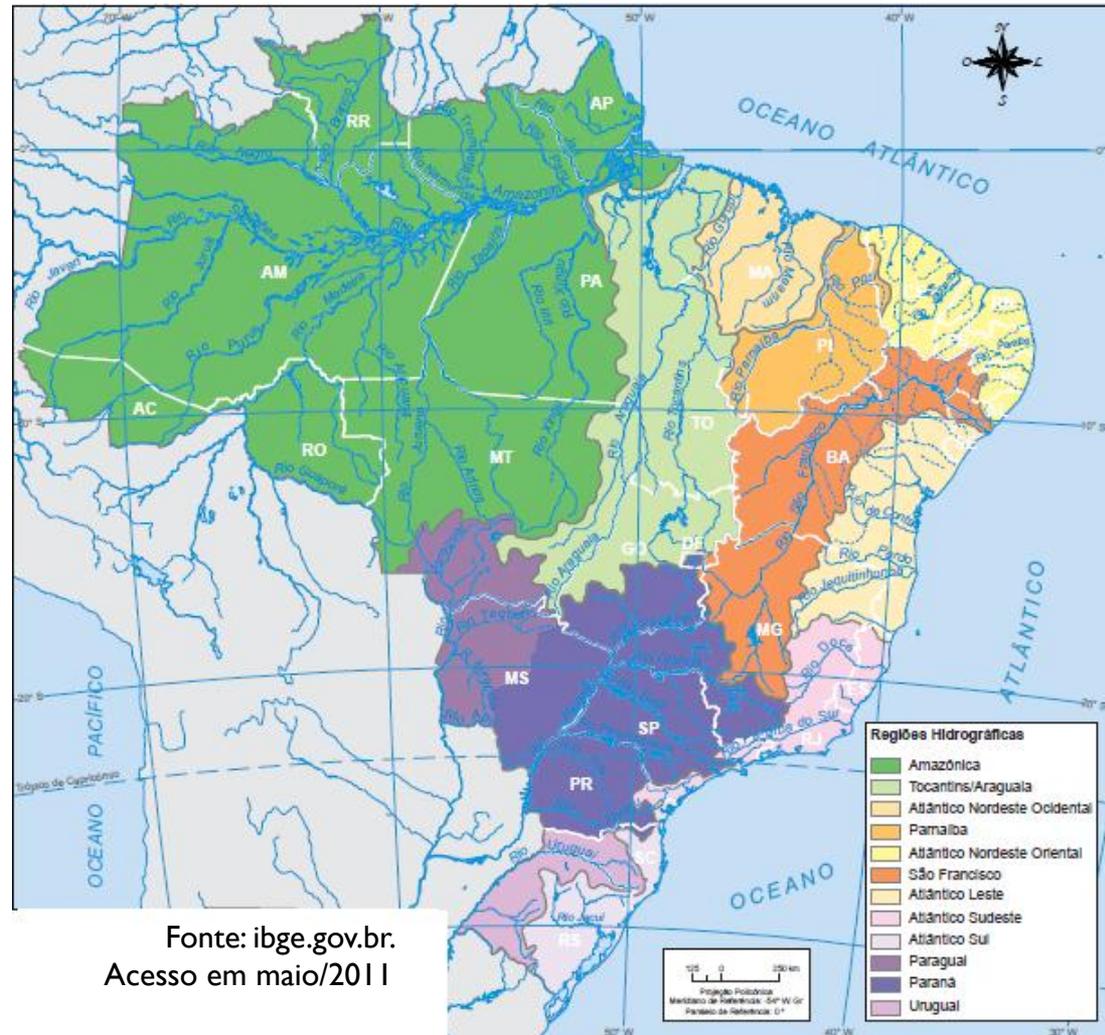


# Hidroeletricidade no Brasil

## Bacias Hidrográficas e Principais Usinas Hidrelétricas

### Bacia do rio Amazonas:

- UHE Balbina
- UHE Samuel
- UHE Jiraú – Madeira
- UHE Belo Monte

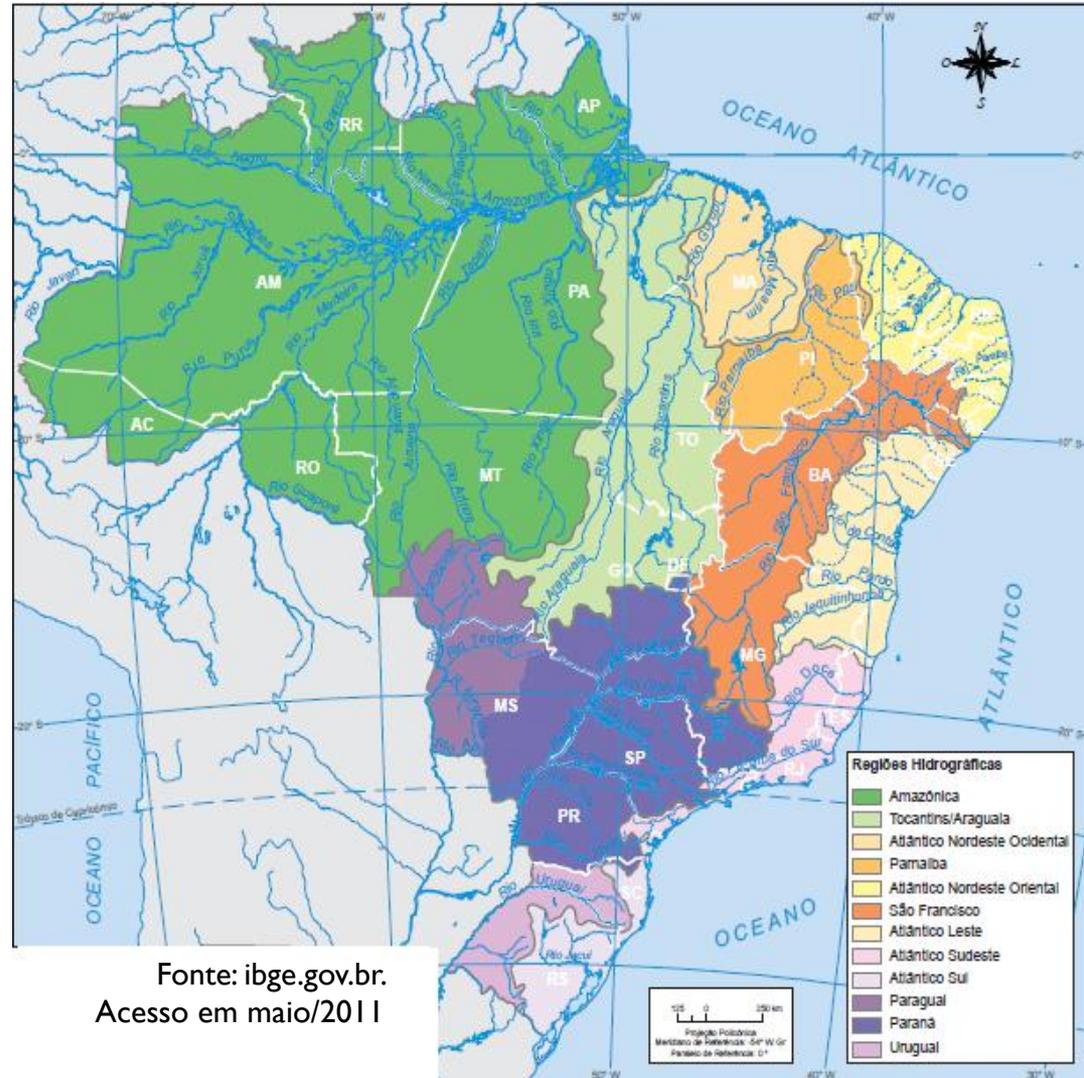


# Hidroeletricidade no Brasil

## Bacias Hidrográficas e Principais Usinas Hidrelétricas

### Bacia do rio São Francisco

- UHE Três Marias
- UHE Itaparica
- UHE Xingó
- UHE Paulo Afonso
- UHE Sobradinho

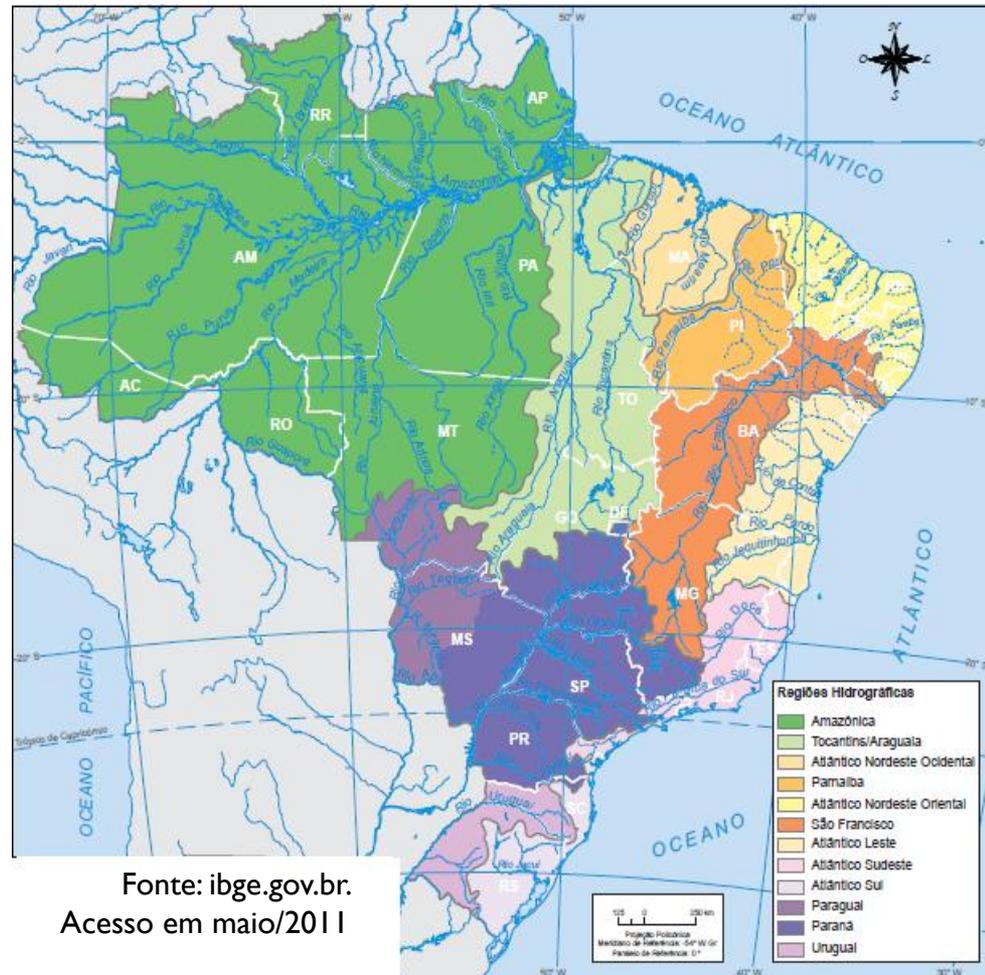


# Hidroeletricidade no Brasil

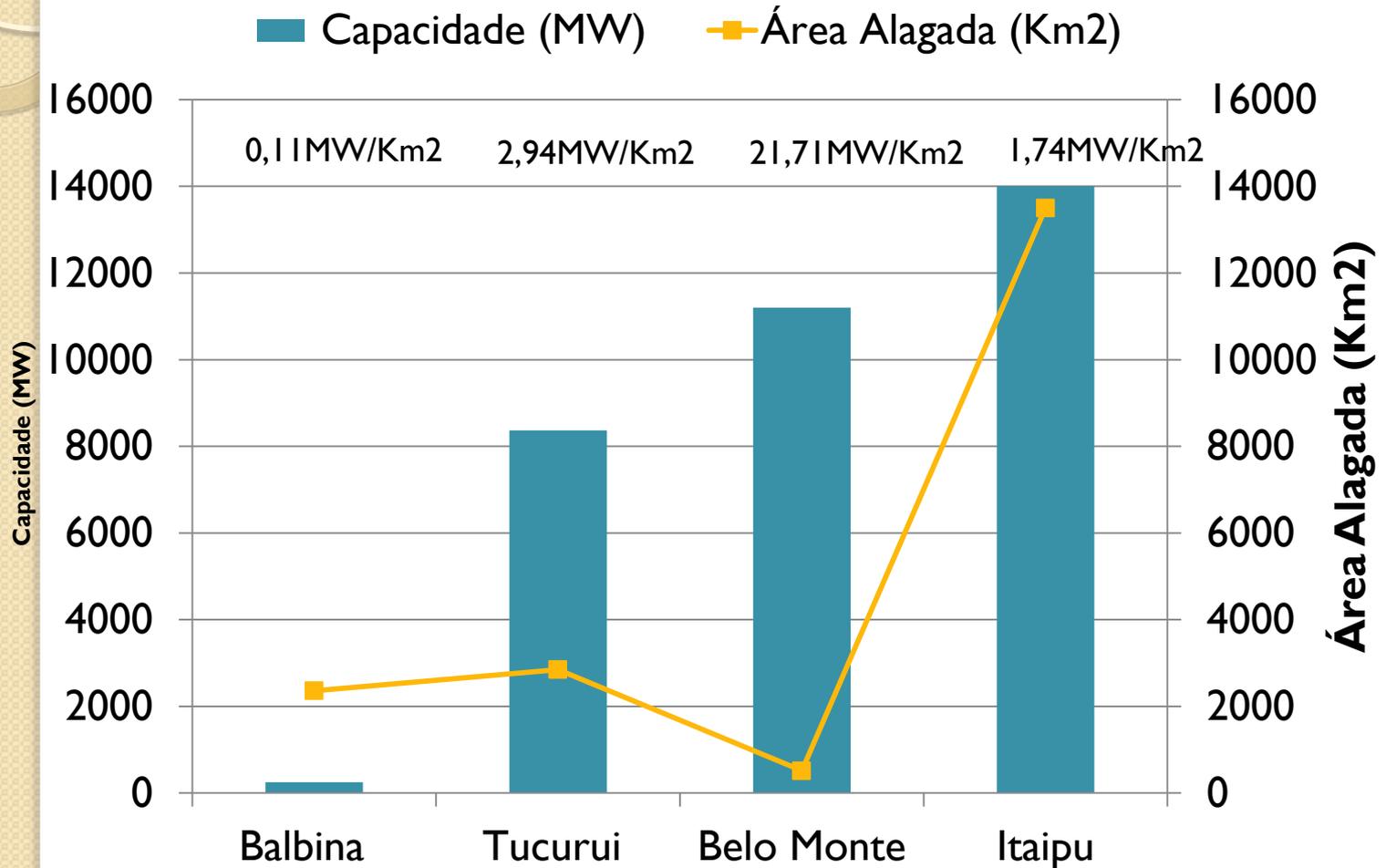
## Bacias Hidrográficas e Principais Usinas Hidrelétricas

Bacia do rio Tocantins - Araguaia:

- UHE Tucuruí
- UHE São Félix



# Balbina



Fonte: wikipedia.org.br

# Vento: energia eólica

Energia renovável e não poluente.

**Energia eólica:** conversão da energia mecânica dos ventos em energia elétrica.



Fonte: kevinDooley@Flickr.com, licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.



Fonte: HåkanDahlström@Flickr.com, licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.

# Energia eólica: impactos

**Impactos Ambientais:** causam menor impacto ambiental porém tem entraves tecnológicos (são intermitentes), demandam espaço (fazendas eólicas), poluição visual, sonora e são caras.



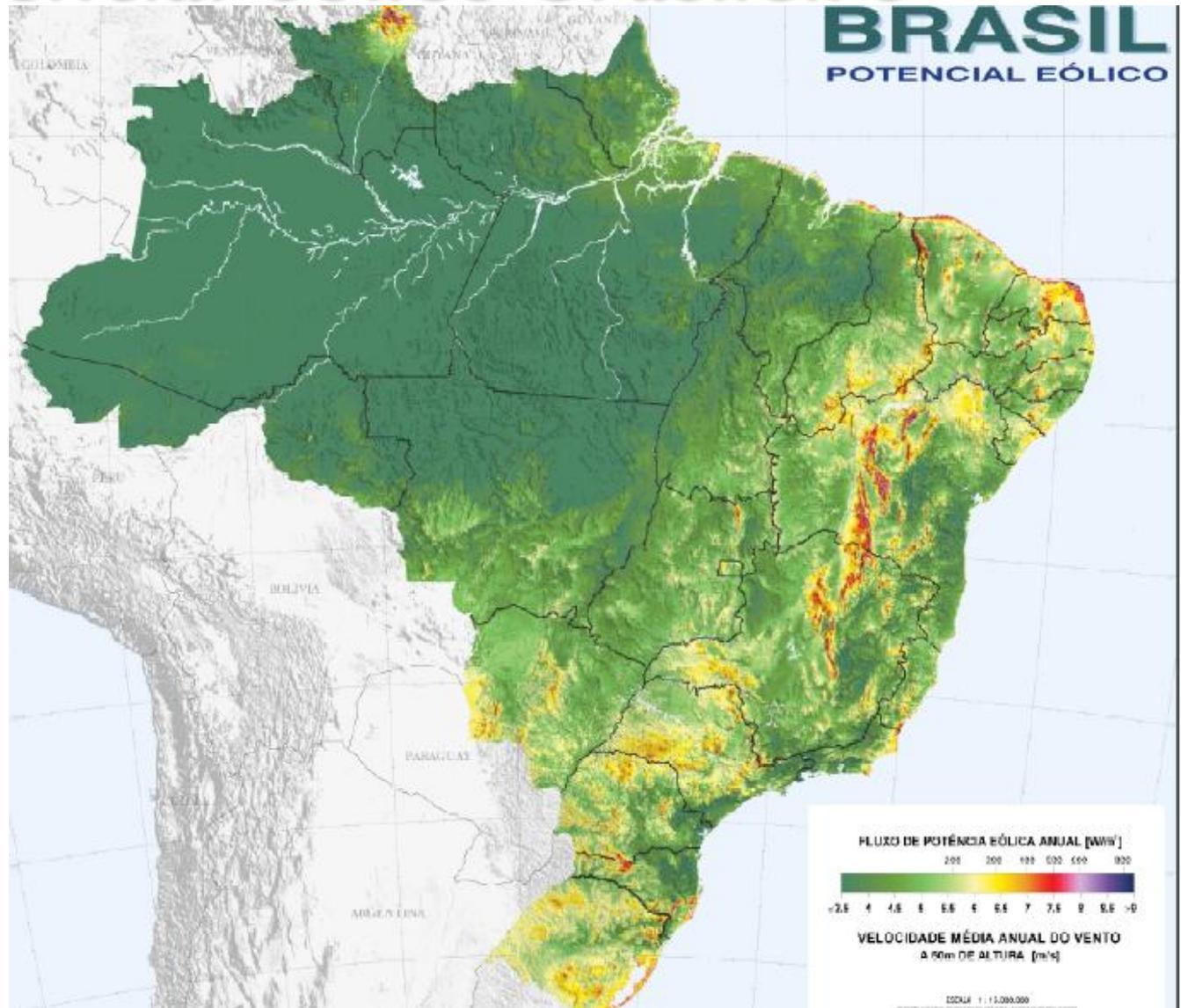
Fonte: kcadsTM@Flickr.com,  
licença CC BY.  
Acesso: jul/2011.

# Energia eólica no Brasil

- **Capacidade instalada:** 602 MW até o final de 2009, suficiente para abastecer uma cidade de cerca de 300 mil residências.
- 36 parques eólicos e fazendas eólicas: localizadas no Nordeste (5 estados), Sul (3 estados) e Sudeste (1 estado).

Nome	Capacidade Instalada (MW)	Estado
Parque eólico de Osório	150	RS
Usina de Energia Eólica de Praia Formosa	104	CE
Parque eólico Alegria	51	RN
Parque eólico de Rio do Fogo	49	RN
Parque Eólico Eco Energ	25	CE
Parque Eólico de Paracuru	23	CE

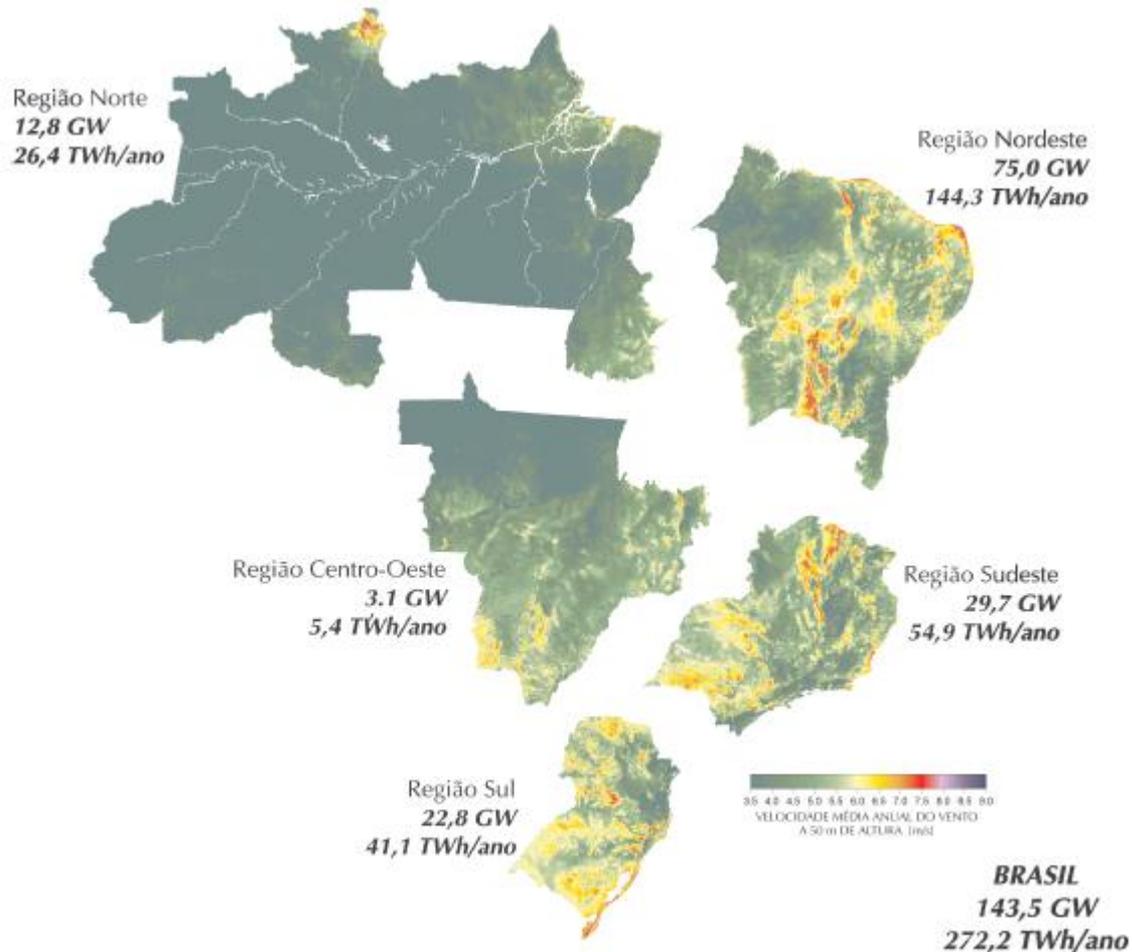
# Potencial eólico brasileiro



Fonte: cresesp.cepel.br  
Acesso em jul/2011

# Potencial eólico brasileiro

## Potencial Eólico Brasileiro por Região



# Energia solar: fotovoltaica

Energia renovável e não poluente.

**Energia fotovoltaica:** conversão de energia da luz do sol em energia elétrica, por meio de painéis fotovoltaicos.



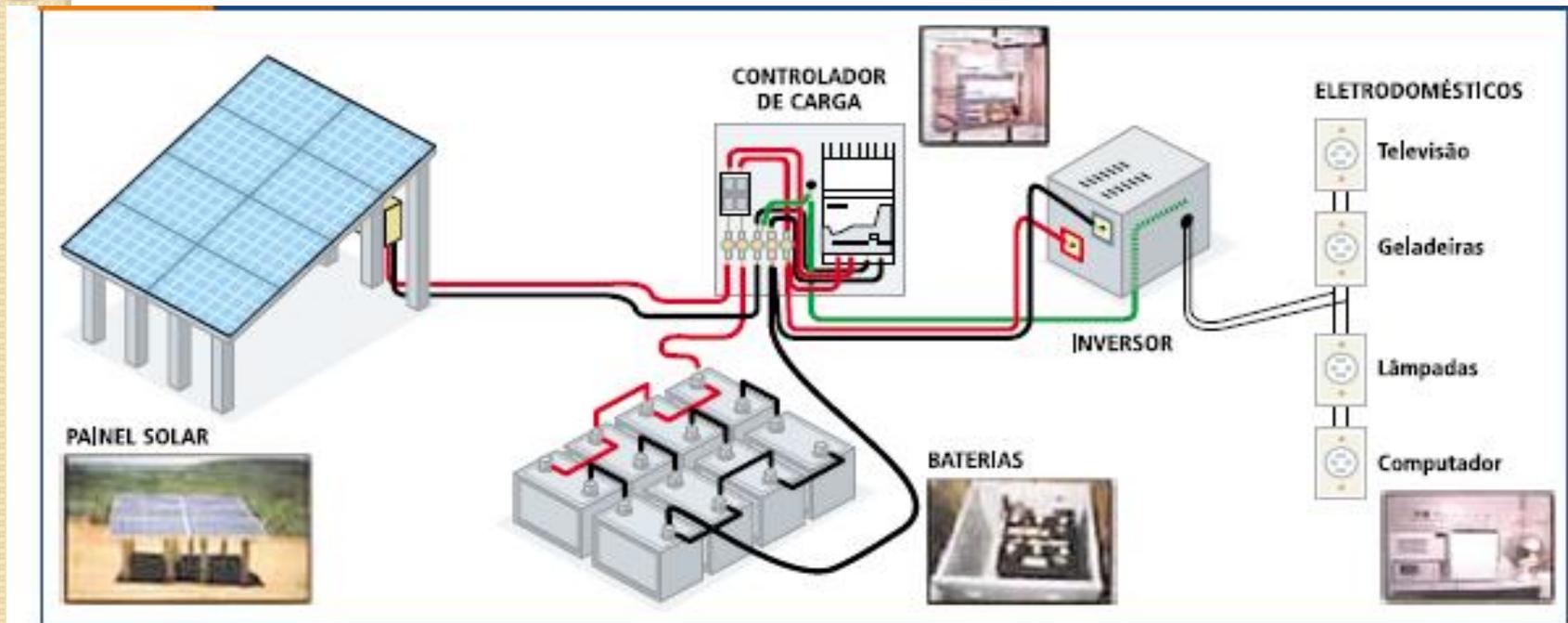
Fonte: Port of San Diego@Flickr.com,  
licença CC BY. Acesso: jul/2011.



Fonte: thetimchannel @Flickr.com,  
licença CC BY. Acesso: jul/2011.

# Energia fotovoltaica

## Sistema de Geração Fotovoltaica de Energia Elétrica



# Energia solar: heliotérmica

**Energia heliotérmica:** utilização de energia solar para geração de calor. Utiliza o mesmo processo térmico de conversão:

- Turbina a vapor
- Turbina a gás



Fonte: Ran Yaniv Hartstein@Flickr.com,  
licença CC BY.Acesso: jul/2011.



Fonte: afloresm@Flickr.com,  
licença CC BY.Acesso: jul/2011.

# Energia solar no Brasil

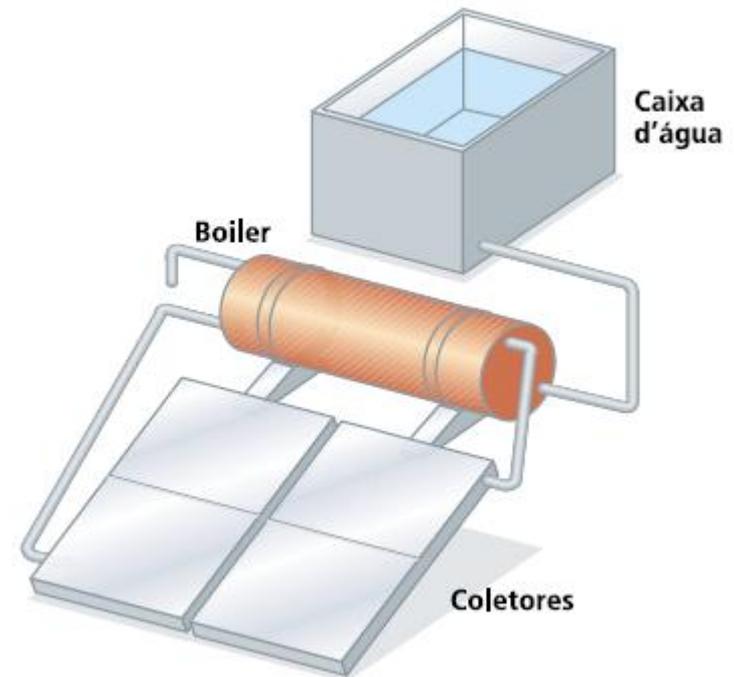
## Capacidade Instalada:

- 2010: 3MW em painéis solares
- Até 2013: 10MW.

**Principal utilização:** aquecimento de água

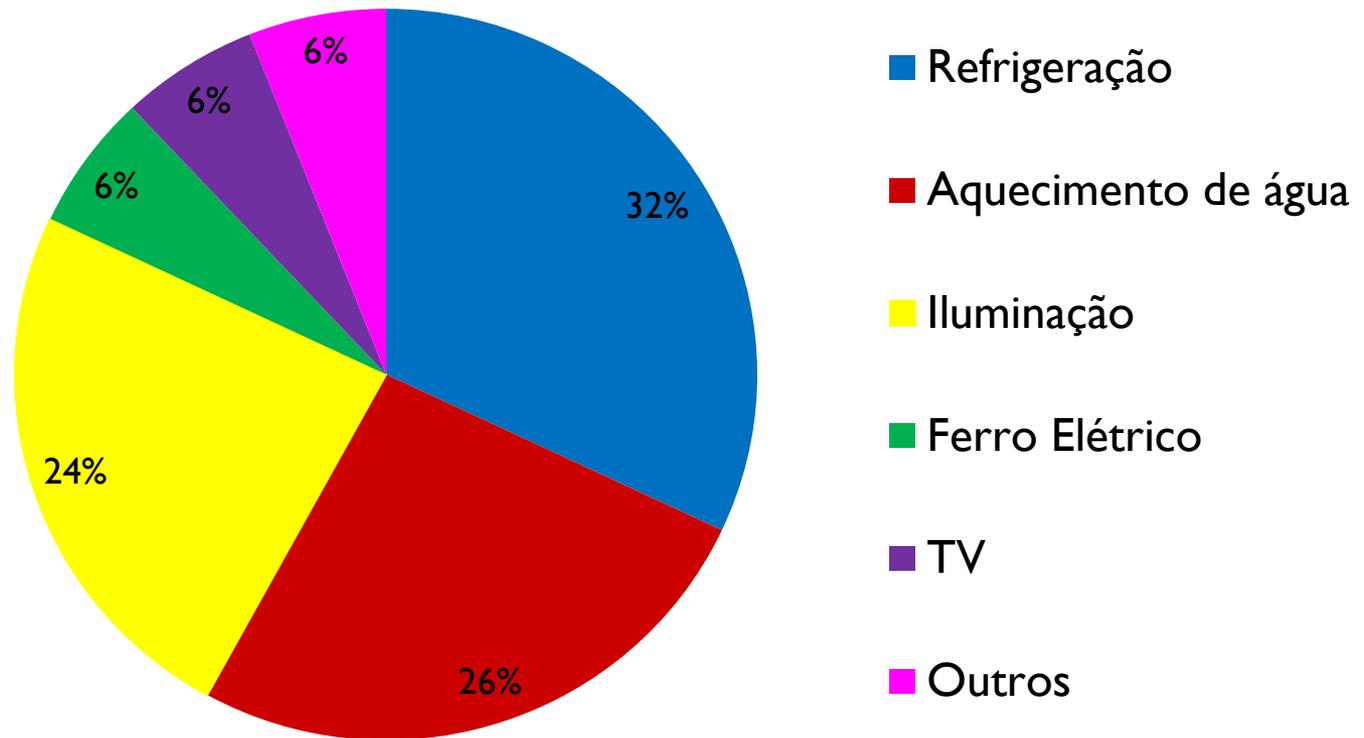
## Sistemas descentralizados fotovoltaicos:

- Comunidades isoladas. Ex. Mamirauá (AM).
- Sistema híbrido solar-diesel: Nova Mamoré (RO).



# Potencial solar brasileiro

## Consumo Elétrico Residencial Brasileiro



# Energia solar: impactos

## Vantagens

- Fonte de energia gratuita
- Materiais comuns
- Segurança energética
- Redução da emissão de CO<sub>2</sub>
- Energia descentralizada

## Desvantagens

- Alto investimento inicial
- Operação e manutenção dos coletores
- Grandes áreas de captação
- Bateria como resíduo



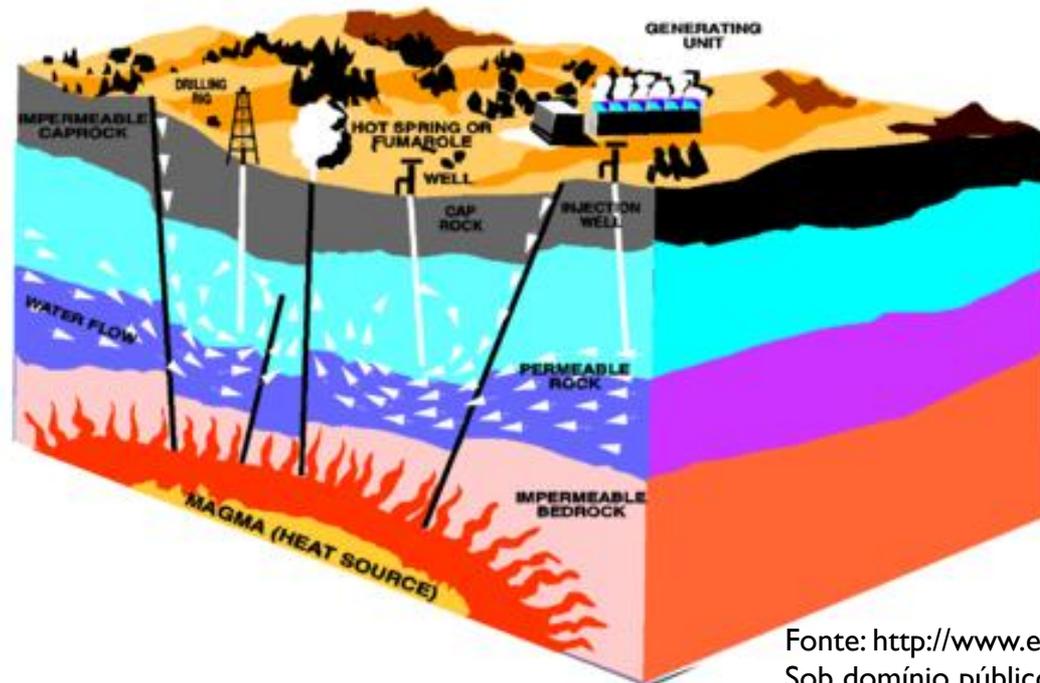


# Geotérmica

**Geotérmica:** geração de energia a partir do calor proveniente do interior da Terra, ou seja, do magma.

**Vantagens:** não poluente

**Desvantagens:** alto custo e restrita à áreas de atividade vulcânica intensa.



# Geotérmica: Islândia

## Geiser



Fonte: [bm.iphone@Flickr.com](mailto:bm.iphone@Flickr.com).  
Licença CC BY. Acesso: jul/2011.

## Planta

## Geotermal



Fonte: [anosmia@Flickr.com](mailto:anosmia@Flickr.com).  
Licença CC BY. Acesso: jul/2011.

**Outras:** maré-motriz, célula combustível ( $H_2$ ), biogás

Fontes de Energia	Vantagens	Desvantagens
Petróleo	Baixo custo de extração e uso em larga escala.	grande poluidor.
Gás Natural	Não contribui tanto para o aquecimento do planeta, se comparado ao petróleo.	usina e preço da energia são ainda mais caras que a hidrelétrica.
Hidrelétrica	É barata e relativamente farta no Brasil. Baixa emissão GEE.	a construção da usina tem alto impacto ambiental.
Nuclear	Baixíssimo impacto ambiental (se não houver acidente!)	é a energia mais cara de todas; traz risco de acidentes graves, de efeitos prolongados.
Eólica	Praticamente não causa impacto ao meio ambiente.	só é possível onde há vento forte (acima de 6,3 m/s, em média) e constante (não sazonal); custo ainda maior que o da hidrelétrica.
Solar	No uso direto, é inofensiva ao meio ambiente e inesgotável.	é ainda mais cara que a eólica e exige insolação intensa.

# Resumindo....

...há fontes renováveis e não renováveis de energia.

...há grande dependência de combustíveis fósseis na matriz mundial.

...as fontes não-renováveis são suscetíveis a esgotabilidade.

...há sempre vantagens e desvantagens, independente da fonte utilizada.

...há uma tendência ao incentivo e maior uso de energias alternativas.

...é importante pensar em complementação energética e descentralização dos sistemas.